

開水路乱流側壁領域の二次流れに関する研究

徳山高専 ○杉本 博幸
 徳山高専 佐賀 孝徳
 徳山高専 大成 博文
 徳山高専 渡辺 勝利

1. はじめに

これまで、瞬時二次流れの形成に関わる開水路乱流側壁領域の組織構造が、複数の流れの可視化の情報を総合化することより考察された¹⁾。そこで本研究では、DPTV²⁾を、開水路側壁領域の横断面視に適用し、染料の横断面パターン、瞬時の二次流ベクトル、瞬時せん断構造の特徴と相互関係について考察を行った。

2. 実験方法

実験装置には、長さ 10m、幅 60cm、高さ 15cm、水路床勾配 1/1000 の総アクリル製の水路が用いられた。実験方法の概略が、図-1 に示されている。水路側方より、幅 1cm のスリット光が挿入され、その 60cm 下流に設置されたデジタルビデオカメラにより、側壁領域の撮影が行われた。DPTV には、平均粒径 $300\mu\text{m}$ のポリスチレン系微粒子と、ウラニン水溶液が用いられた。

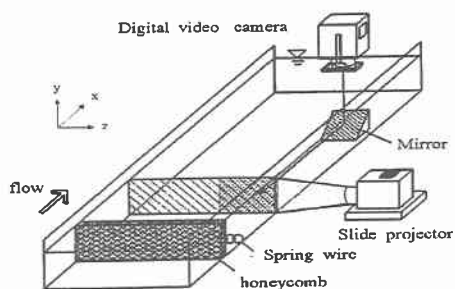


図-1 実験方法の概略

3. 実験結果

(1) 横断面可視化

図-2 は、横断面可視化を示したものである。これは、底壁より発達した壁縦渦と、水路側面より水表面近傍に発達した壁縦渦、さらには、その間に染料がない領域が存在し、典型的な隅角に向かう二次流れが形成されていると思われる可視化形象¹⁾である。

(2) 瞬時二次流れ

図-3 は、粒子より求めた流速ベクトルである。これより、隅角に向かう流れが顕著である。また、隅角から底壁側では開水路中央部、側壁側では水表面に向かう流れが形成されていることが認められる。可視化との対応から、底壁で大規模化した壁縦渦は、時計方向の流れを形成し、具体的には隅角に向かう二次流れと、水路中央に向かう流れを誘起している。また、水表面近傍の壁縦渦は、反時計方向の流れを形成し、そして、隅角方向の流れも誘起している。

図-4 は、図-3 の特徴を明確にするために、二次流れの v 、 w 成分を示している。 v 成分の図では、水表面から隅角部、隅角部から側壁を沿って水表面に向かう流れの存在を示している。また、 w 成分の図では、水表面から隅角部に向かって大規模な流れと、隅角部から開水路中央部に向かう流れの存在を示している。

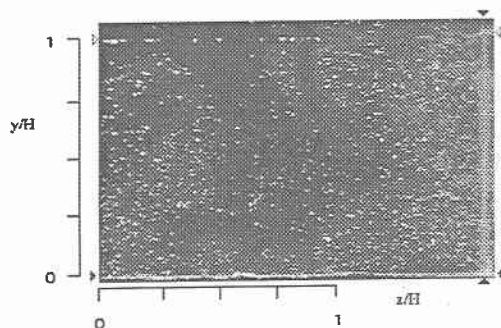


図-2 横断面可視化

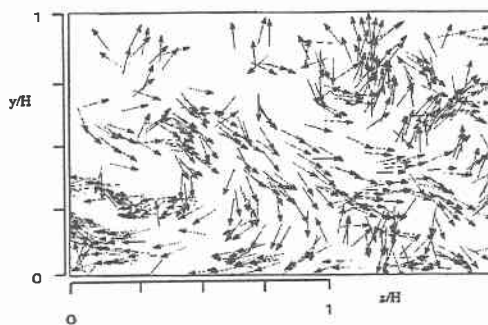


図-3 流速ベクトル

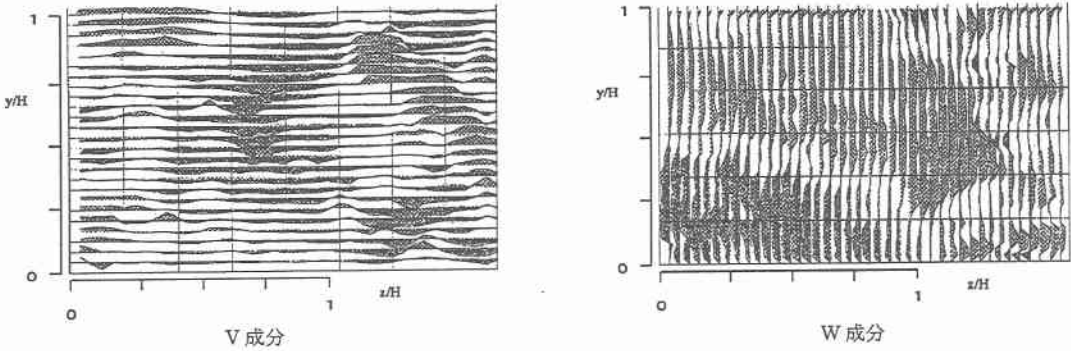


図-4 変動流速分布

(3) 速度せん断構造

図-5 に、鉛直せん断応力分布 dv/dz を示す。側壁側では、絶対値の大きく短いせん断がみられ、その中でも特に大きいせん断が、隅角から側壁に沿って、水表面近傍に形成された壁縦渦に近づいていくことが明確に示されている。側壁側と比べて底壁側では、せん断が小さい。しかし、側壁側より長いせん断が存在する領域が認められ、流体の大規模な上昇、下降の運動があることを示唆している。また、この領域は底壁からなる大規模な壁縦渦の領域に一致することから、壁縦渦によって、このような大規模な運動を引き起こされたと考えられる。

図-6 に、水平せん断応力分布 dw/dy を示す。底壁付近に、幅が水深の 3 分の 1、長さが水深の 1.5 倍以上の大規模な正のせん断が形成され、隅角に向かって傾いていることが認められる。さらに、その下方には負のせん断が形成されている。底壁側に比べて側壁側では、せん断が小さく短いことが認められた。

4. おわりに

底壁、側壁より形成される壁縦渦の相互作用により、隅角方向へ向かう大規模な二次流れが形成されることが明らかとなった。また、側壁側では dv/dz 、底壁側では dw/dy が支配的となるせん断構造の特徴が認められた。

参考文献

- 1) 佐賀孝徳ら：開水路乱流側壁領域の組織構造に関する研究，土木学会論文集，第 443 号/II-18，1992.
- 2) 渡辺勝利ら：壁乱流における流脈パターンと瞬時流跡の同時抽出，水工学論文集，第 37 巻，1993.

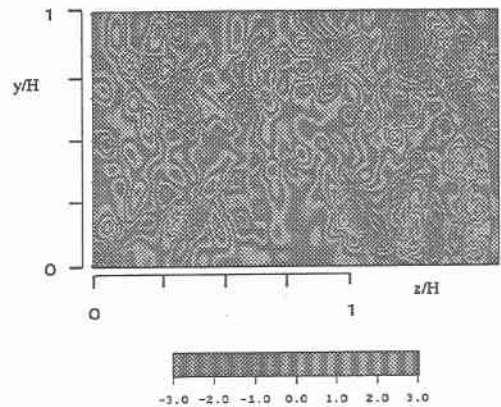


図-5 鉛直せん断応力分布

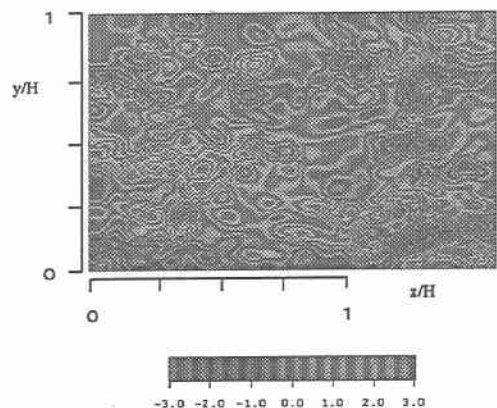


図-6 水平せん断応力分布